

ALICE EMCaIによる Clusteringのアルゴリズム評価

宇宙史拠点実習@CERN
最終報告

高エネルギー原子核実験グループ
博士課程前期1年
水野 三四郎

Out Line

- 研究目的
- LHC-ALICE
- ElectroMagnetic Calorimeter
- Clustering
 - 既存のClustering
 - $N \times N$ のClustering
- 解析方法
- 結果
- まとめ
- 宇宙史を振り返って

研究目的

**実際のデータを用いた
既存のClusteringと $N \times N$ のClusteringの
アルゴリズム評価を行う**

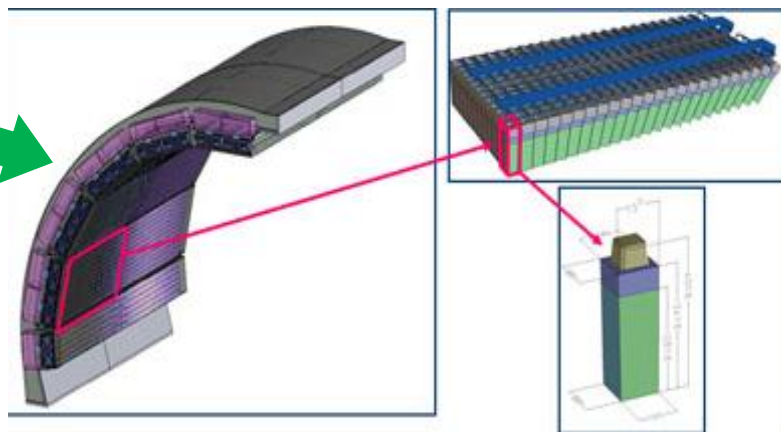
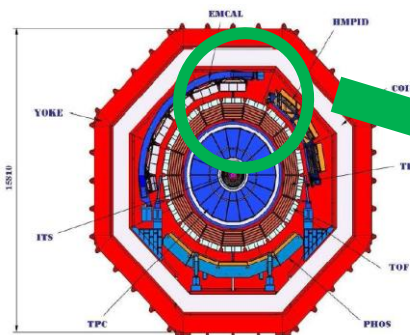
LHC—ALICE

- CERNにある直径が約27kmのシンクロトロン
- 最大衝突エネルギー
 - p-p 14TeV
 - Pb-Pb 5.5TeV/A
- ALICE実験は重イオン衝突により発生するQGPの解析を目的とする
- 磁場が0.5Tで低い横運動量領域の粒子まで検出が可能
- 飛跡検出器
 - ITS,TPC,TRD
- 粒子識別検出器
 - ITS,TPC,TRD,TOF,PHOS,EMCal,HMPID



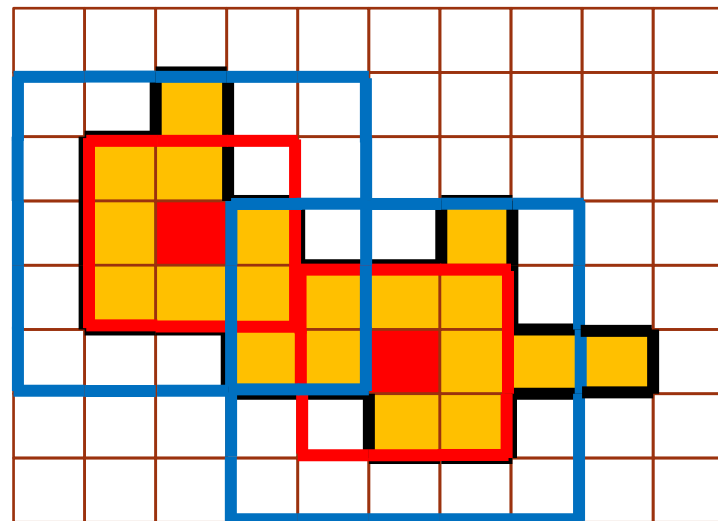
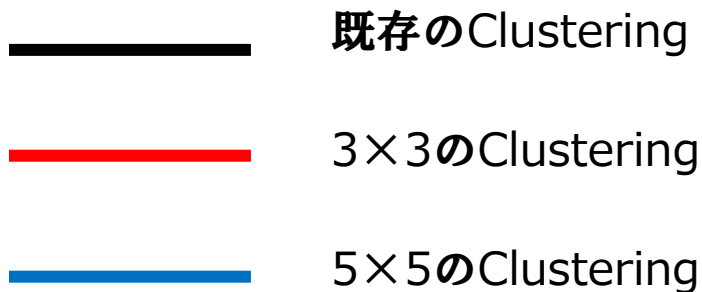
Electro Magnetic Calorimeter

- 目的は高エネルギーの光子や電子の検出および、エネルギーの測定
- 通過粒子のエネルギー損失を測定
- 現在、4つのSuper Module さらに6つがインストールされる予定
 - $1.4 < \phi < 2.1 [\text{rad}]$, $-320 < z < 320 [\text{cm}]$, $-0.7 < \eta < 0.7$
- 鉛とプラスチックシンチレータのサンドイッチサンプリング型のEMCal
- 表面が6cm×6cmのCellが最小単位
- 鉛やシンチレータで放出された光子をファイバーで集める
- APDで光子を電気信号に変換する



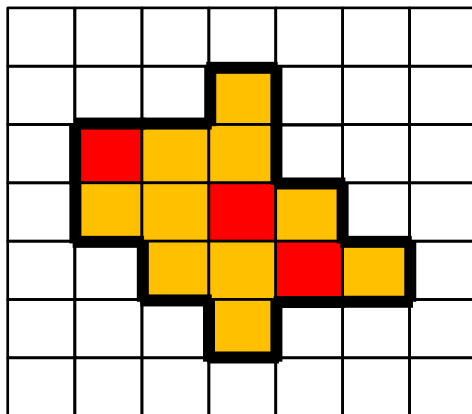
Clustering

- 光子や電子は電磁シャワーを起こしCellを超えてエネルギーを落とす
- SignalのあるCellをひとつのかたまり(Cluster)と考える方法
 - 通過粒子のエネルギー損失の総量
 - 粒子の入射位置
- 既存の方法では近くに入射したふたつの粒子をひとつの粒子と識別する可能性がある
- $N \times N$ の利点として、粒子の識別がより正確にできる
- 逆に、一つの粒子が落とすエネルギーを正確に測定できない可能性がある



既存のClustering方法

1. Cellのエネルギーが0.1GeVより大きいものを探す
2. その周りでSignalのあるCellを選ぶ
3. 周りにSignalのあるCellが無くなるまでCellを選ぶ
4. 3で選んだCellのかたまりをひとつのClusterとする
5. 選んだCellを除外して、Cellがなくなるまで1~4を繰り返す



0.1GeVよりもエネルギー
が大きいCell



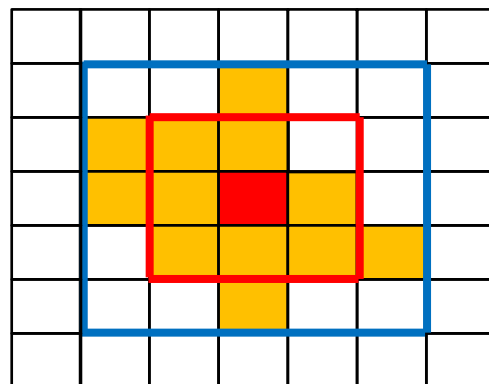
SignalがあったCell



Original Clustering

$N \times N$ のClusteringの方法

1. SignalのあったCellの中でSignalが最も大きいものを選ぶ
2. 1で選んだCellを中心に $N \times N$ に含まれるCellをひとつのClusterとする
3. 2で選んだCellを除外する
4. 1～3をCellがなくなるまで繰り返す
5. Clusterのエネルギーが0.1GeVより低いものはCutする



最もSignalが大きいCell



SignalがあったCell



3×3 Clustering



5×5 Clustering

解析方法

使用実験データ p-p 7 TeV

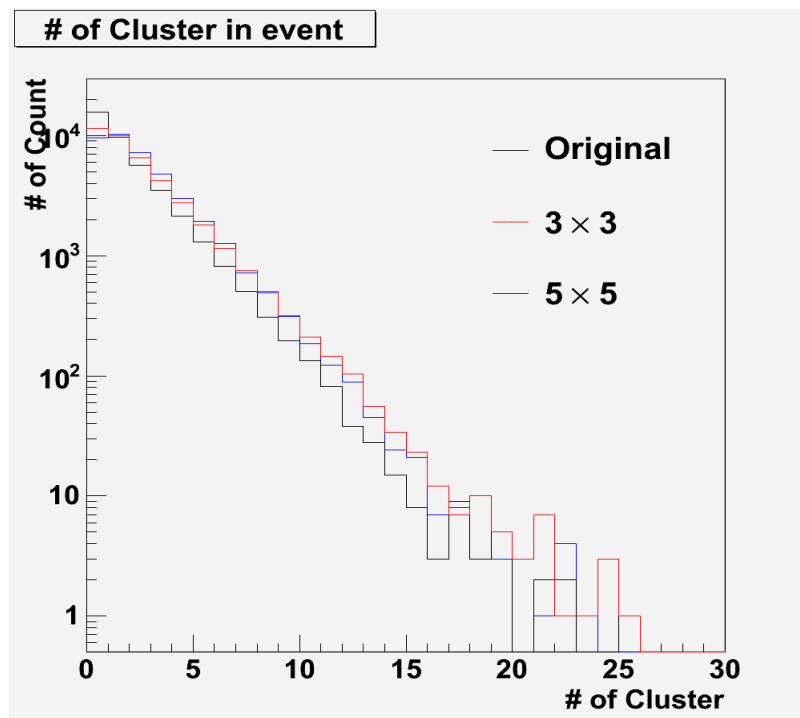
- それぞれのClusteringの比較を行う
- Clusteringの評価として π^0 のinvariant massを組み、pTごとにわけた分布をつくり比較する

●光子識別のためのCut

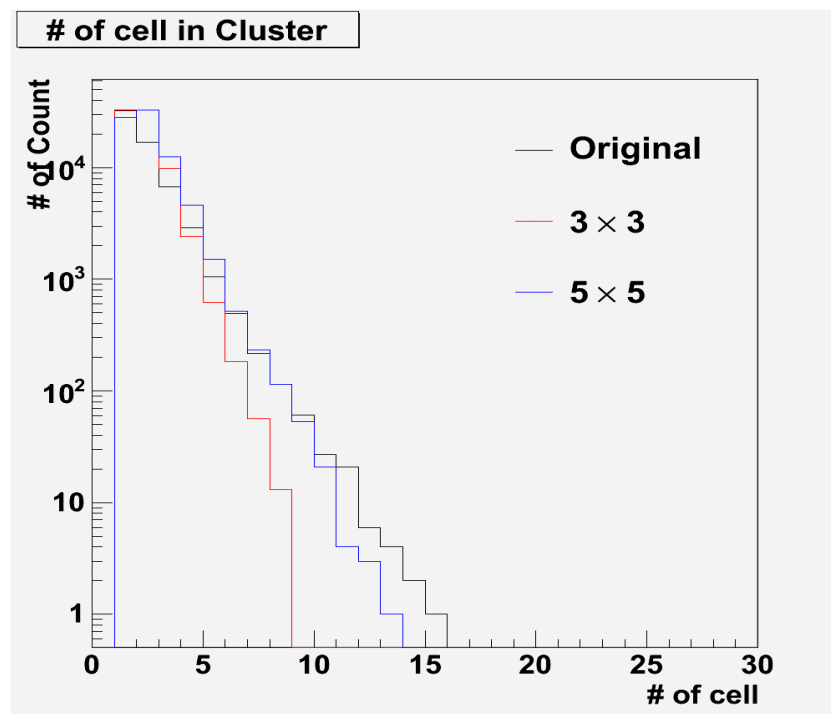
- ハドロンの作るClusterのCut
 - 1 Cell Clusterを除く
- Clusterのenergy Cut
 - energyが0.5[GeV]より低いものを除く

結果

of Cluster per event



of Cell in Cluster



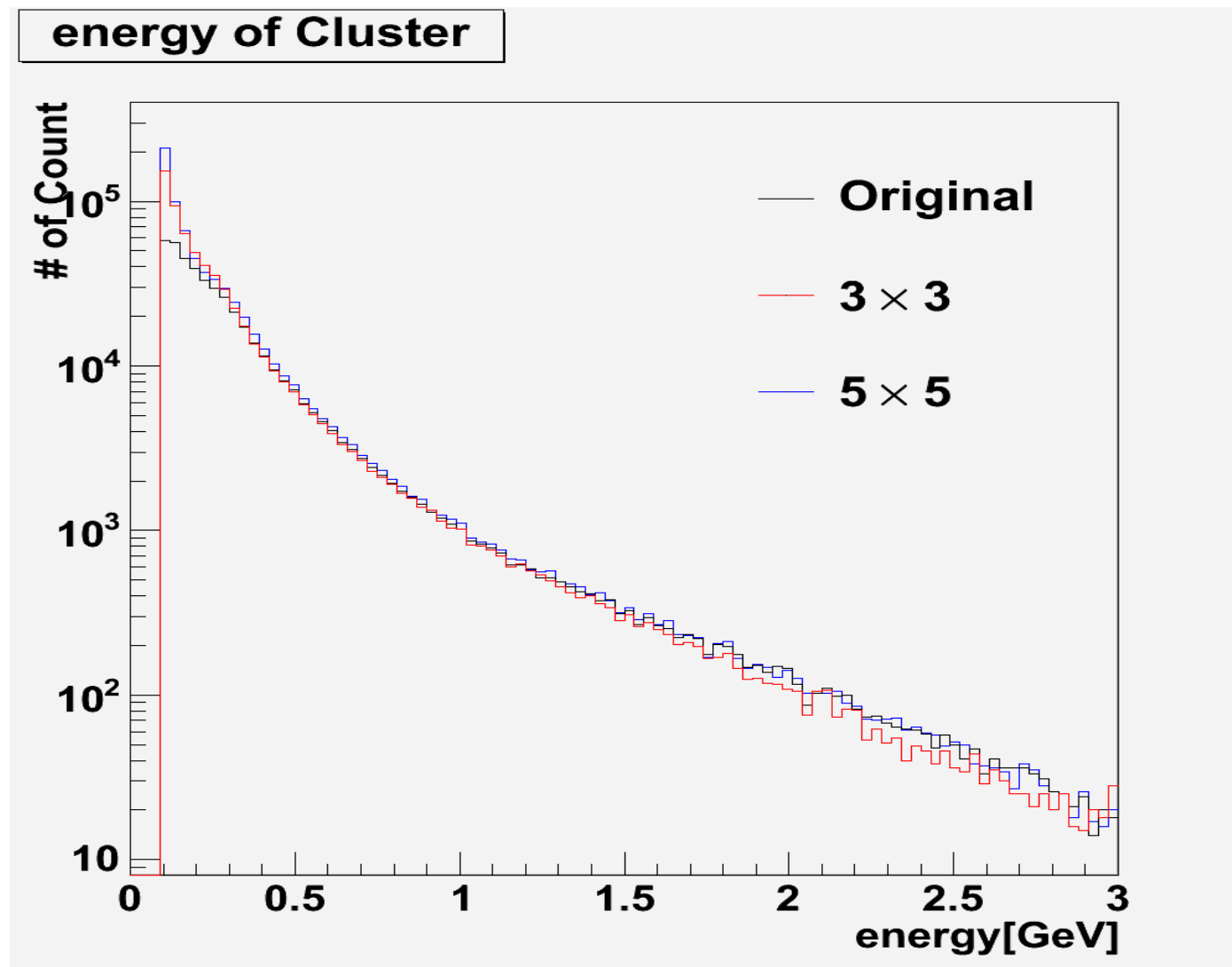
左)既存のものと比較して**Cluster**の数が増えていることが分かる

既存のものでは広域に広がっていた**Cluster**を分割しているためだと考えられる

右)**5x5**では既存のものは**10**付近まで変化があまり見られない

結果

energy
of Cluster



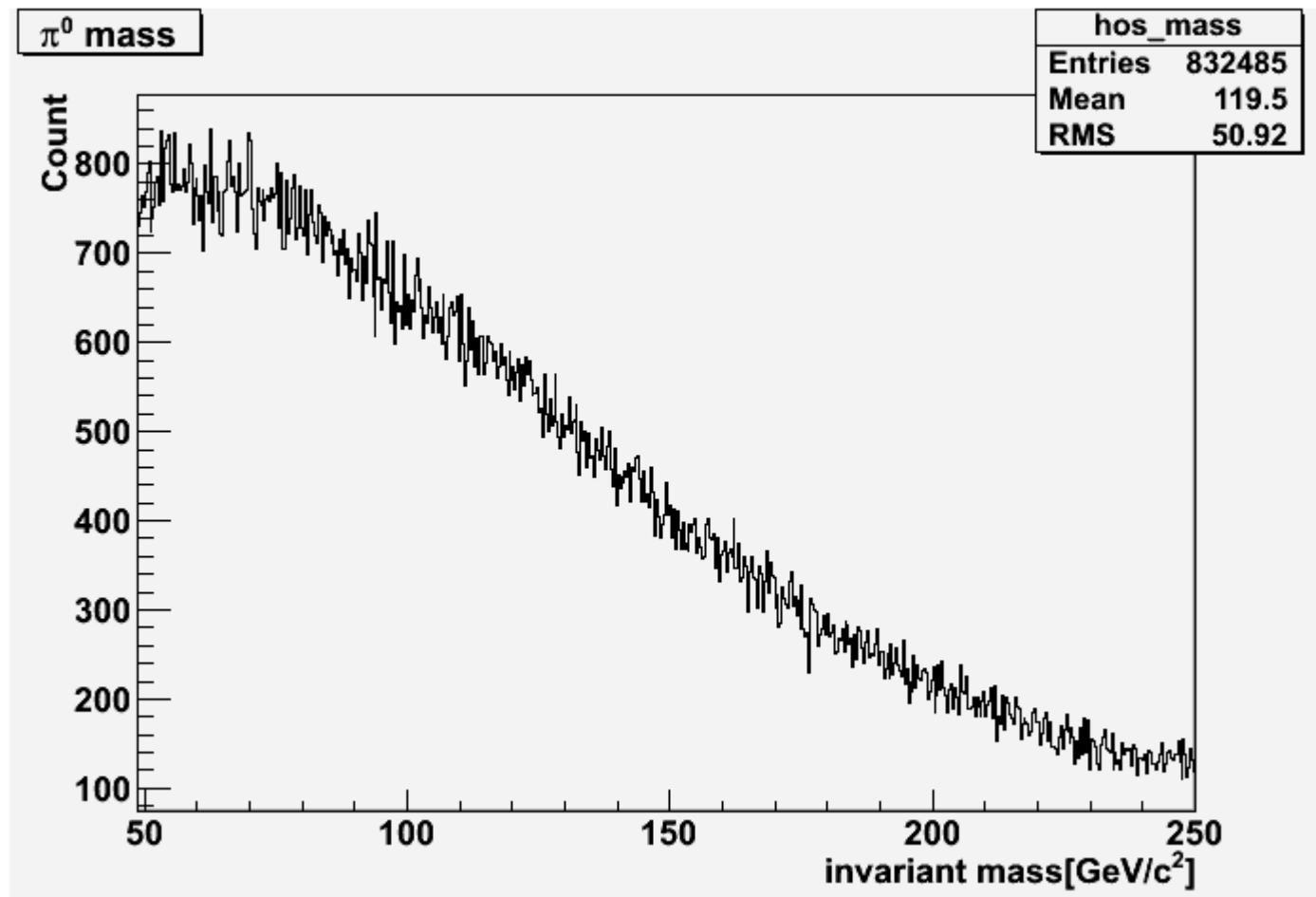
0.1[GeV]付近での値が既存のものよりも多い

0.1[GeV]のものを中心にする既存のものと、Clusteringした後にCutを入

11 れる違いのため

結果

π^0 のinvariant mass Cutなし



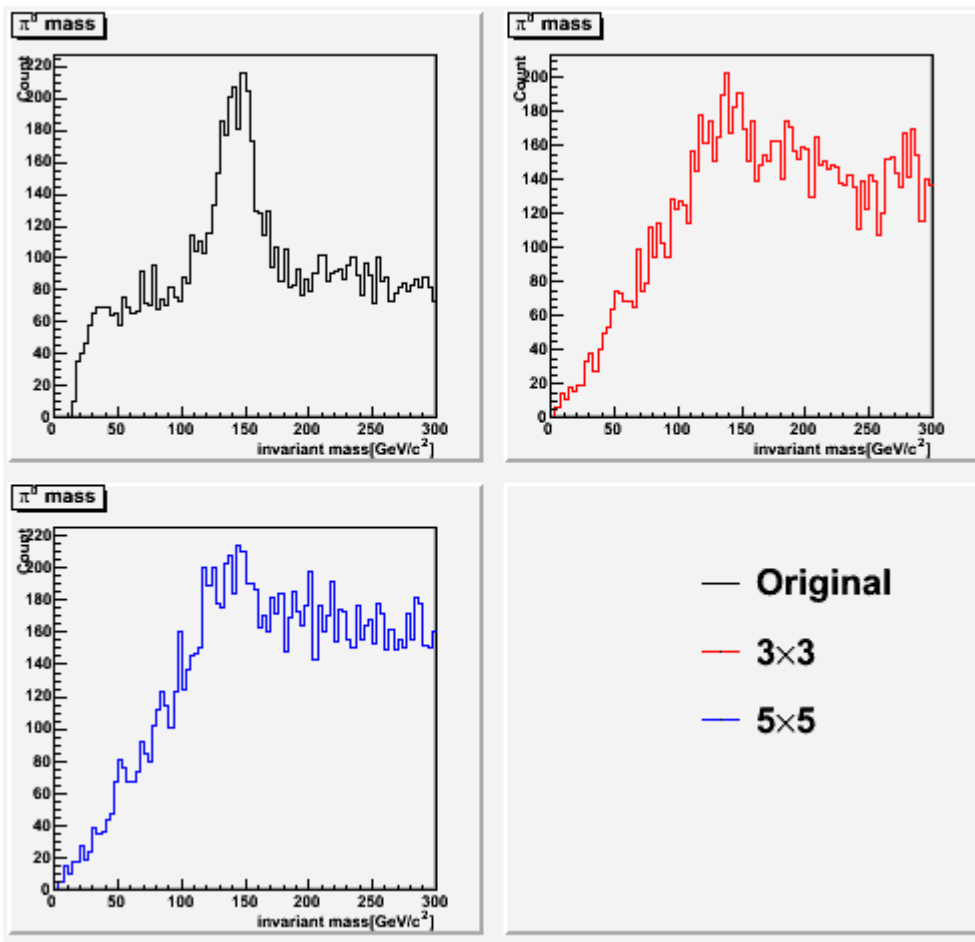
結果

Cut を加えた π^0 の invariant mass 比較

加えたCut

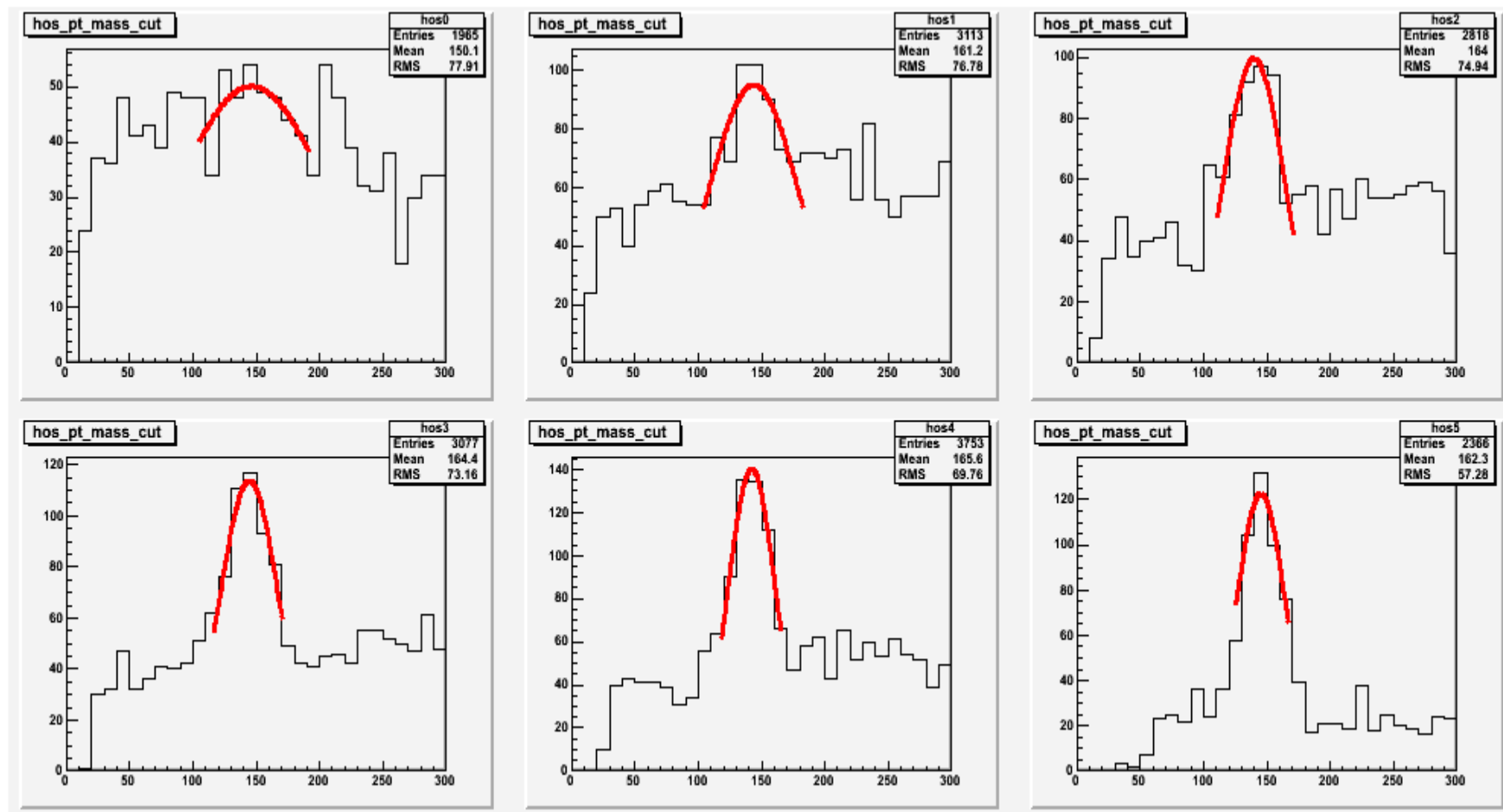
- ・ 1Cell ClusterをCut
- ・ 0.5GeV以下の粒子をCut

これらをpT毎に区切って分布を作った



結果

pTごとに区切った分布

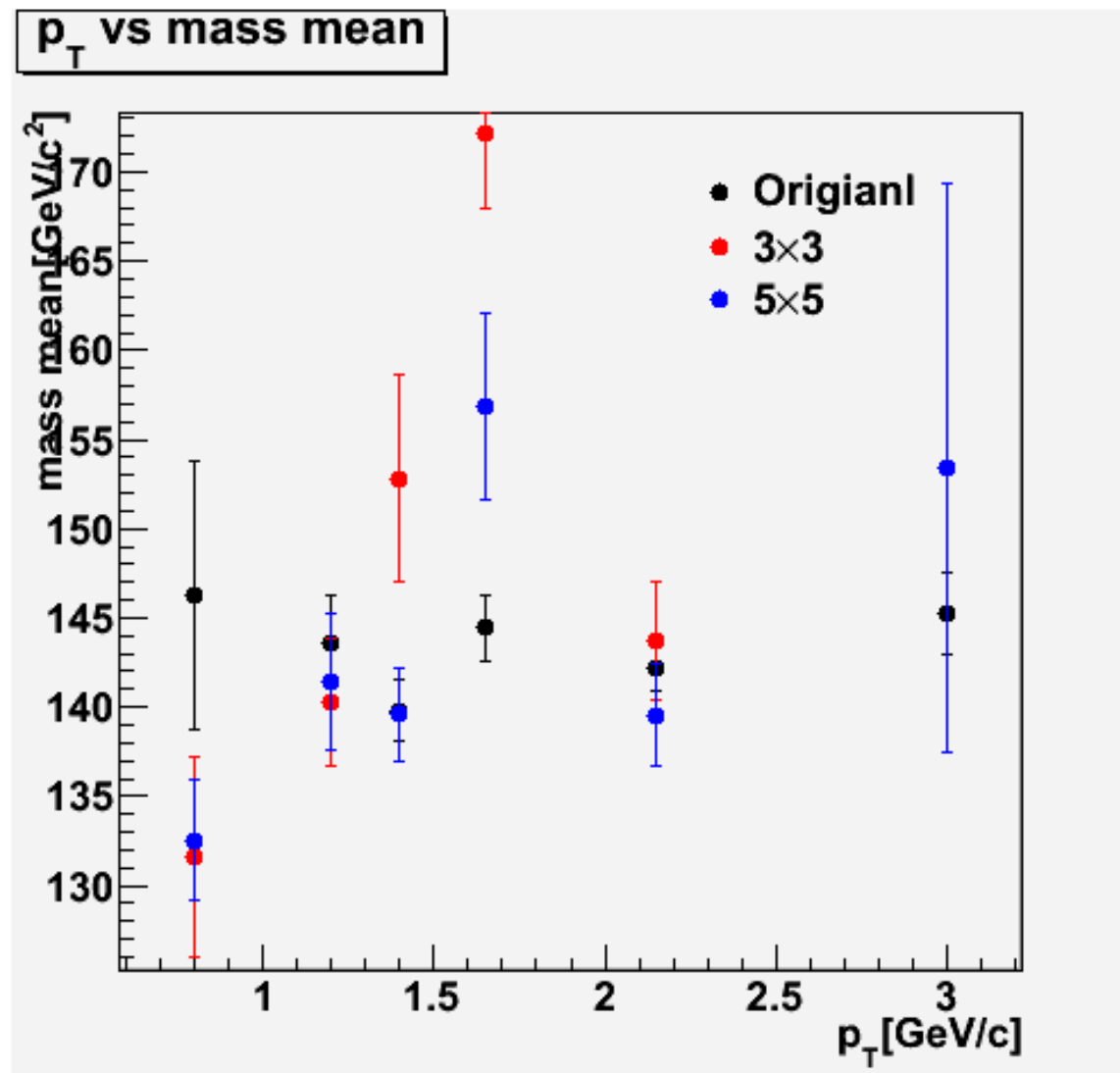


Originalの図

結果

mean
vs p_T 分布

π^0 の理論値
 $134.97 \text{ MeV}/c^2$



プロットが少ないことと、ばらついていることから結果からわかることはほとんどない

まとめ

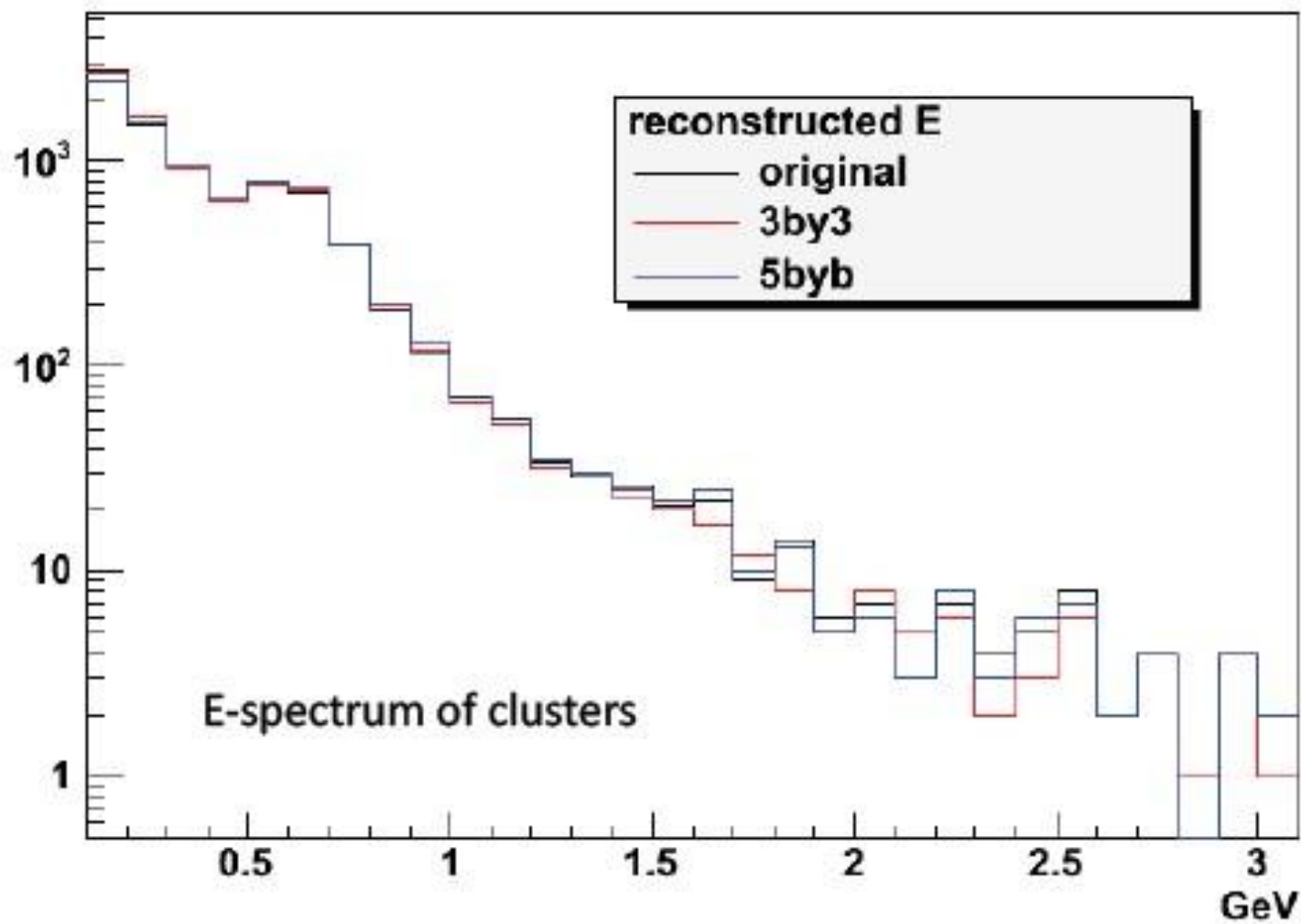
- 既存の方法と異なる方法でClustering行った
- それぞれの方法で、 γ γ で $\pi 0$ を組み比較をした
- $\pi 0$ の比較の結果からはわかることはほとんどなかった
Originalはピークが見えていたが、理論値と比較するとずれていた
まわりのCellのエネルギーをまとめすぎているのではないかと考えられる
- 用いた他に考えられるCut
 - TrackとClusterの位置情報を用いて、軌跡を残していないClusterの情報のみを用いる
 - Cell毎のenergyの調整をする
- 今後の課題
統計を増やして、精度のよい比較をする

宇宙史を振り返って

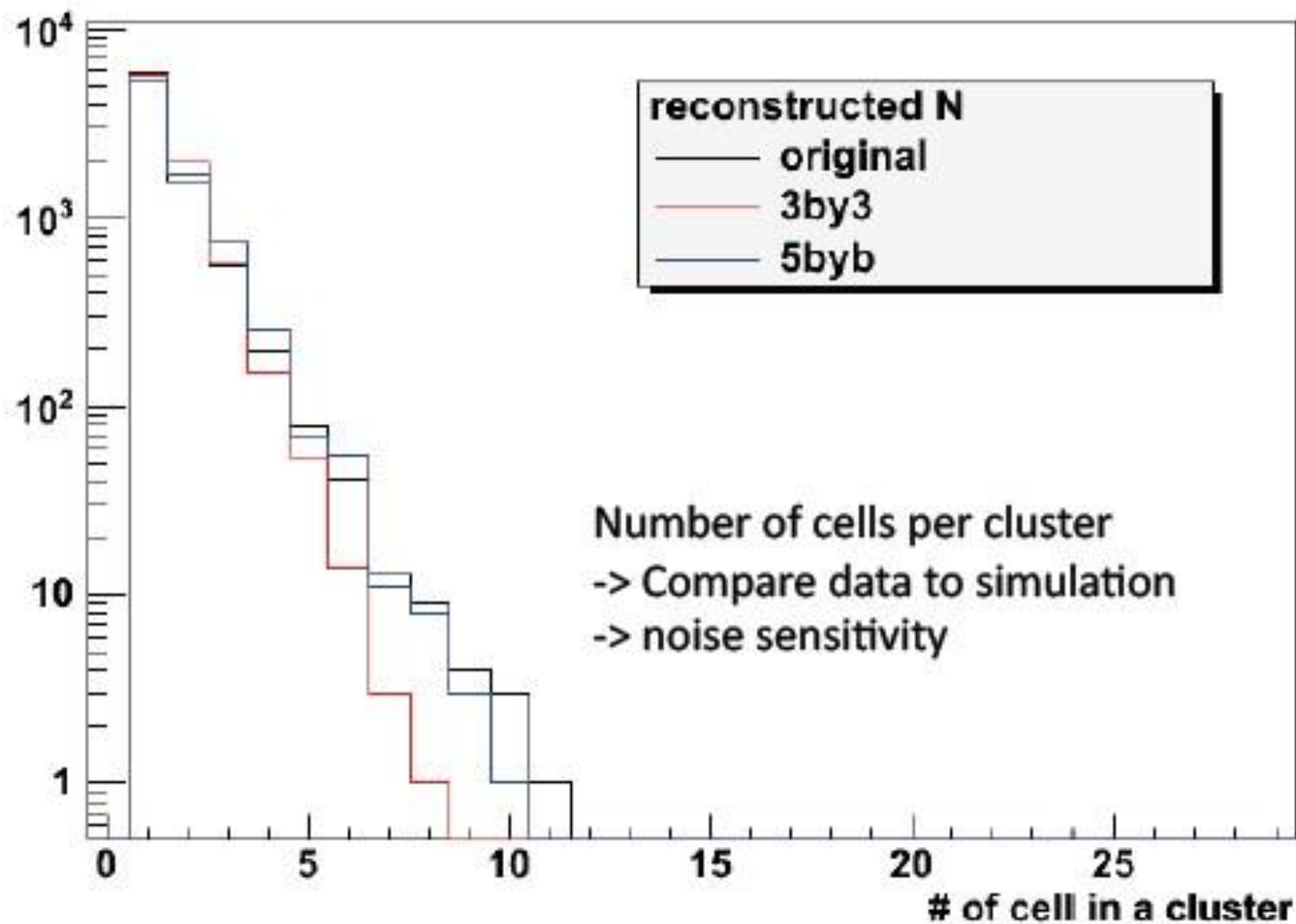
- 最終週まではSSLPに出席
- EMCal Meetingに出席
- 解析をずっとやっていたのにかわらず、結果を出すことができなかったのが非常に残念

$R=4.3[\text{m}] 1.4 < \phi < 2.1[\text{rad}]$
 $-3.2 < z < 3.2[\text{m}] \quad -0.7 < \eta < 0.7$

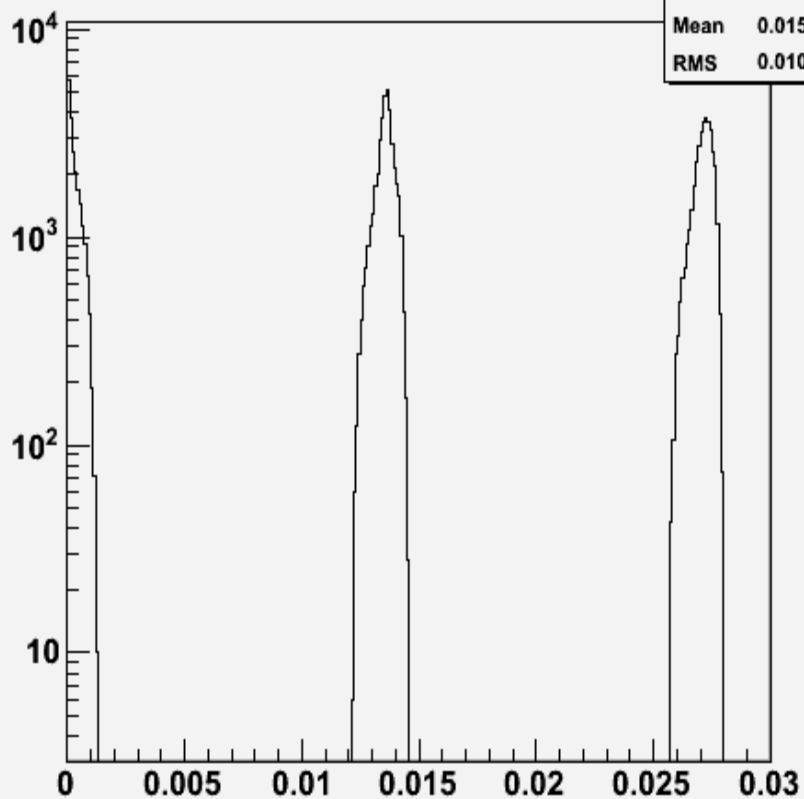
recoE



of reco



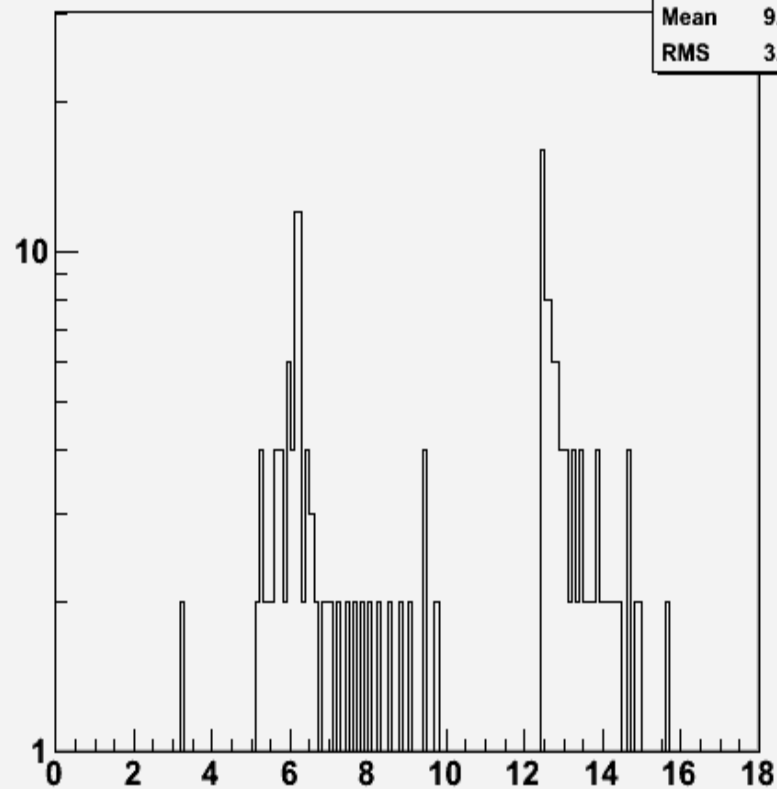
hdphi 0 - 0.03



hdphi

Entries	941878
Mean	0.01583
RMS	0.01008

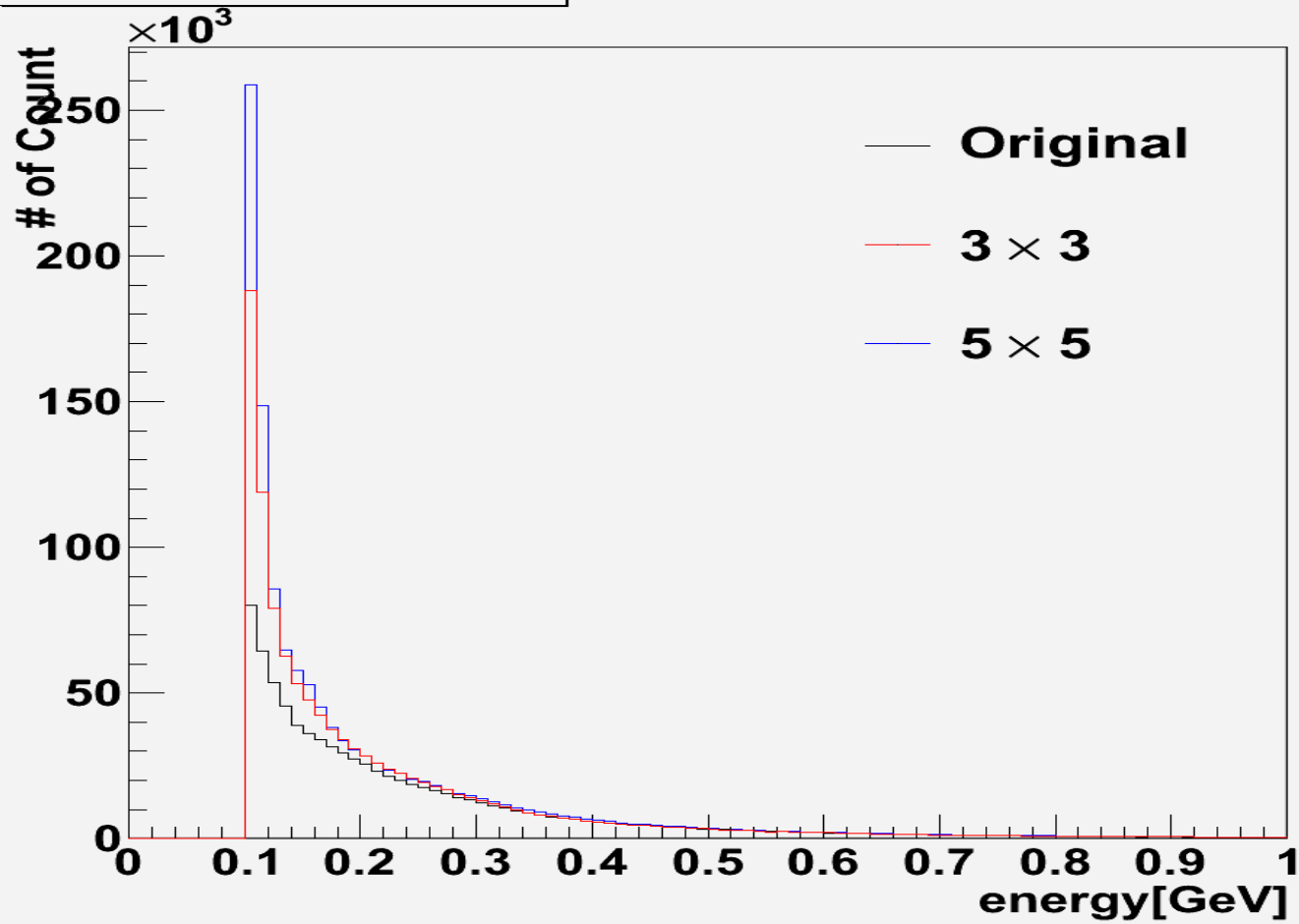
hdz 0 - 18



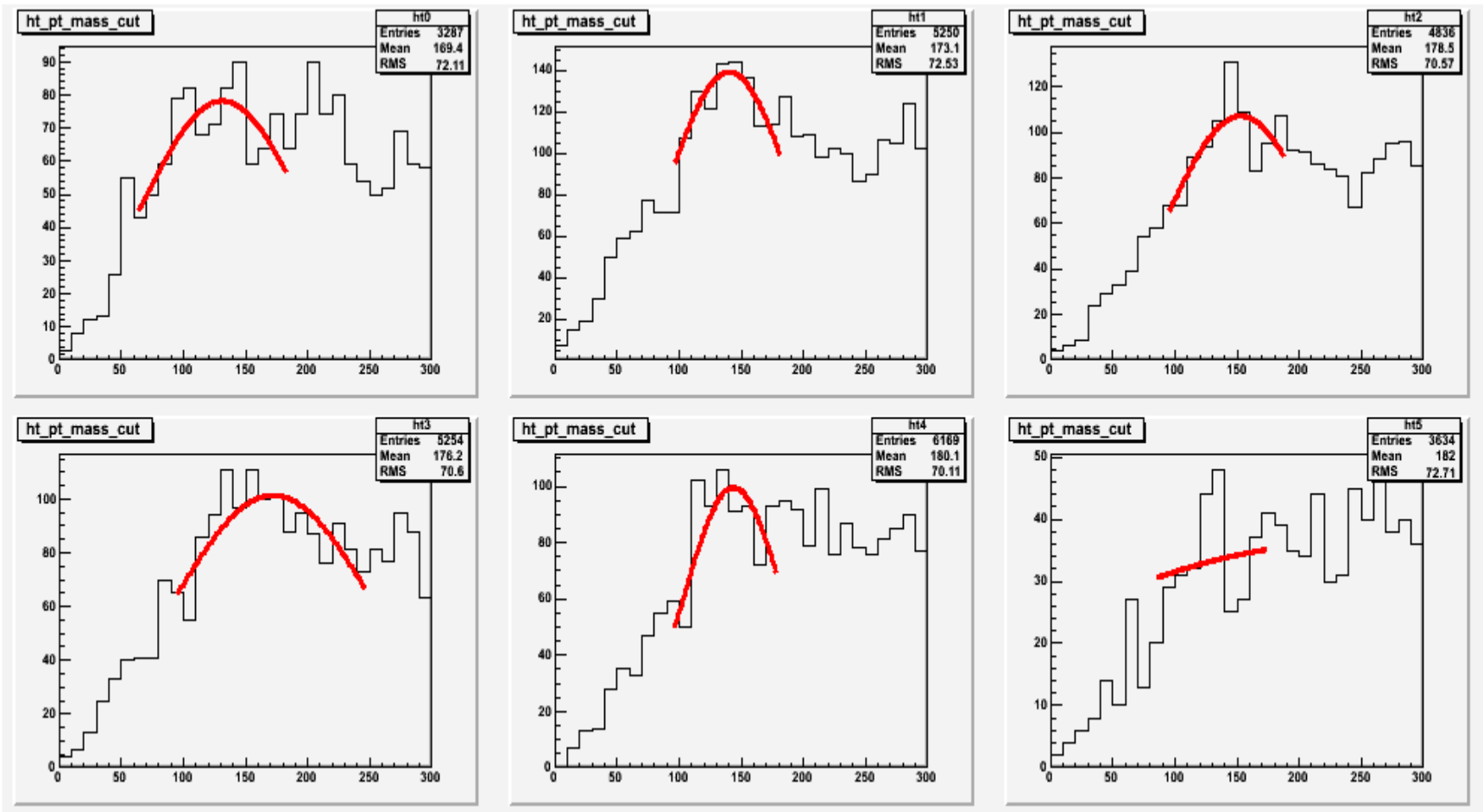
hdz

Entries	4656
Mean	9.888
RMS	3.512

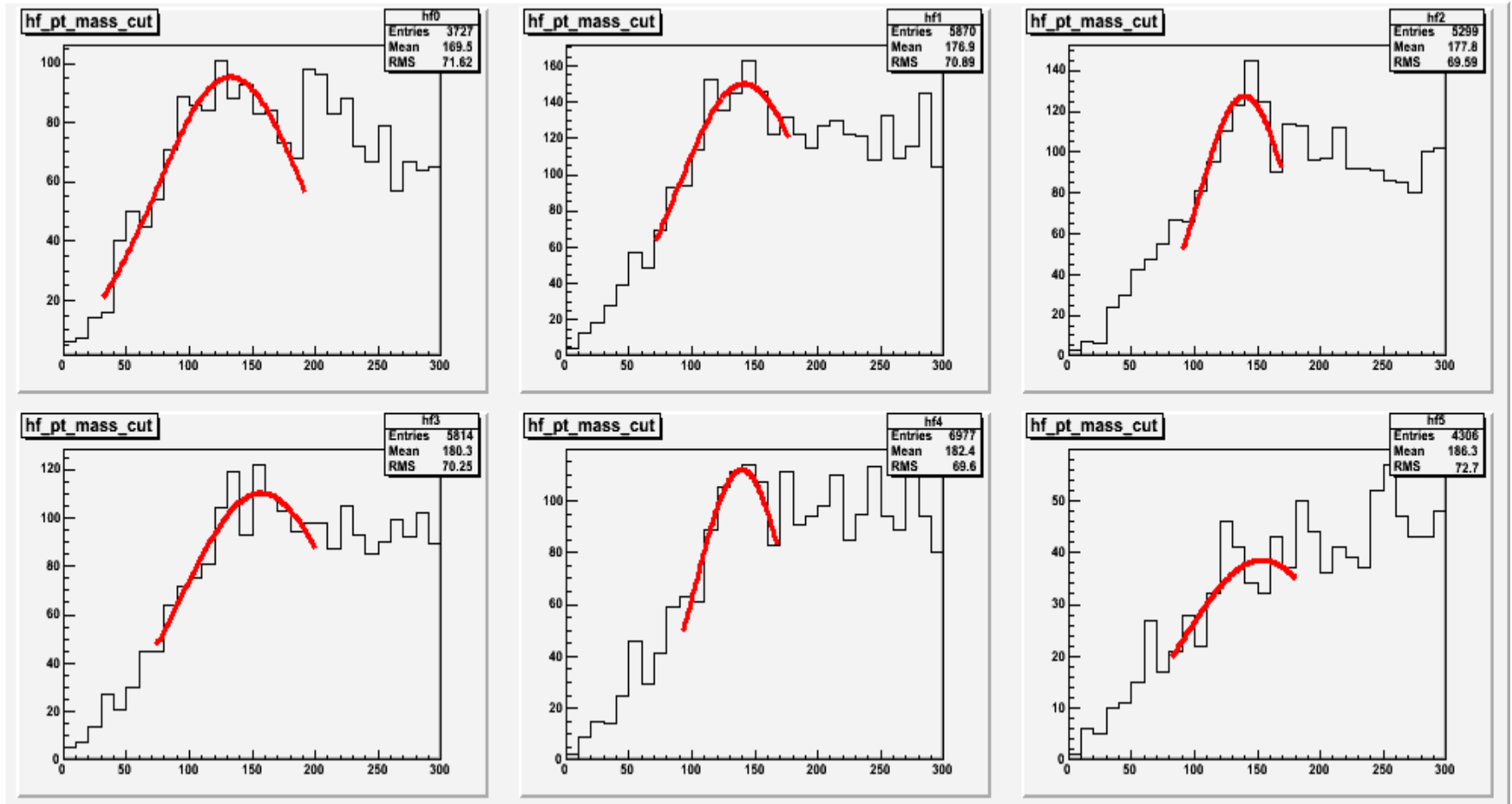
energy of Cluster



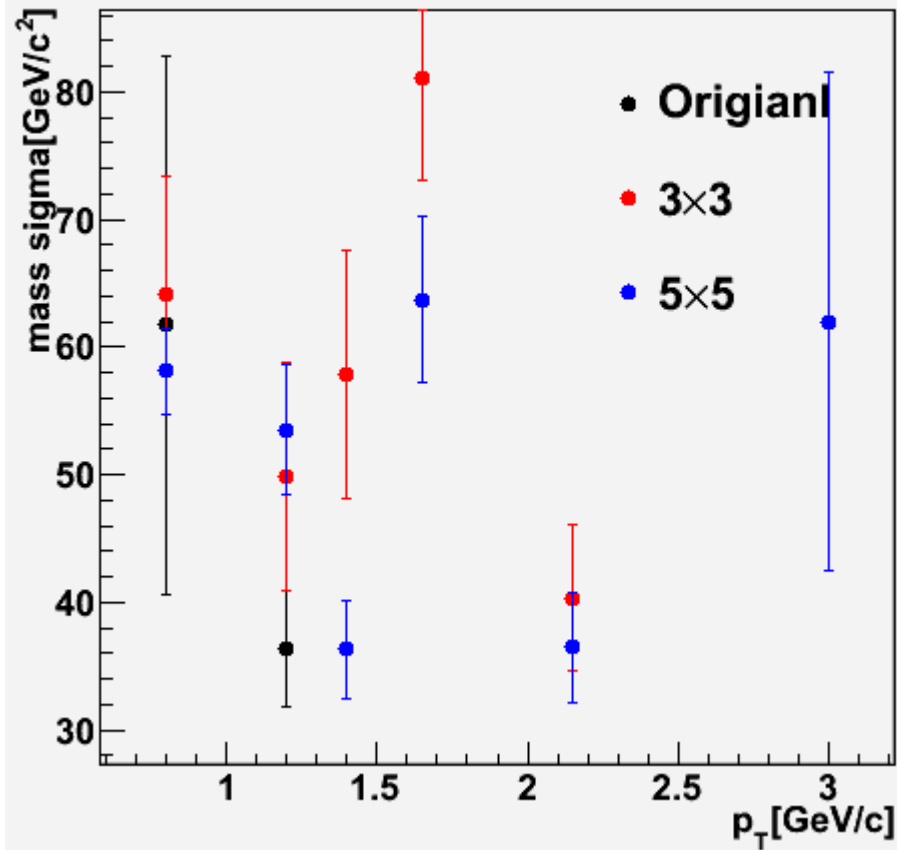
3 × 3 Clusteringのpi0



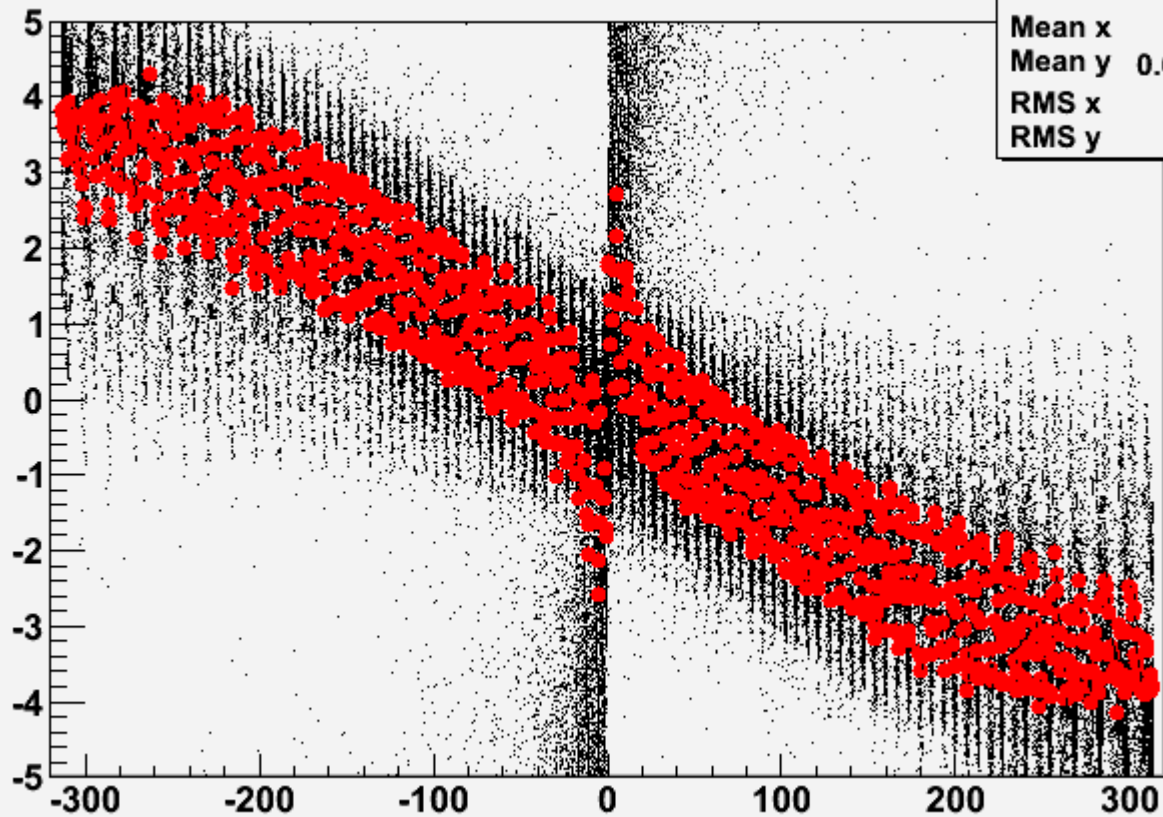
5×5のClusteringのpi0



p_T vs mass sigma

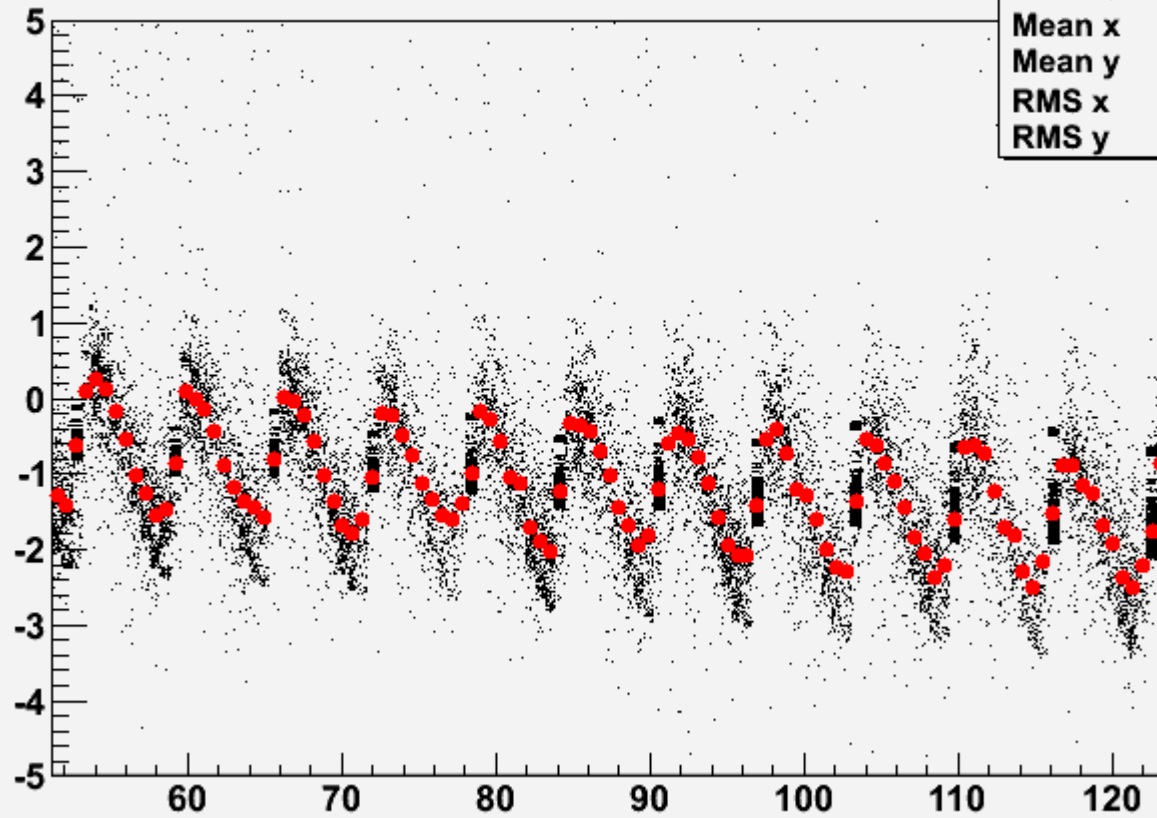


dz vs z

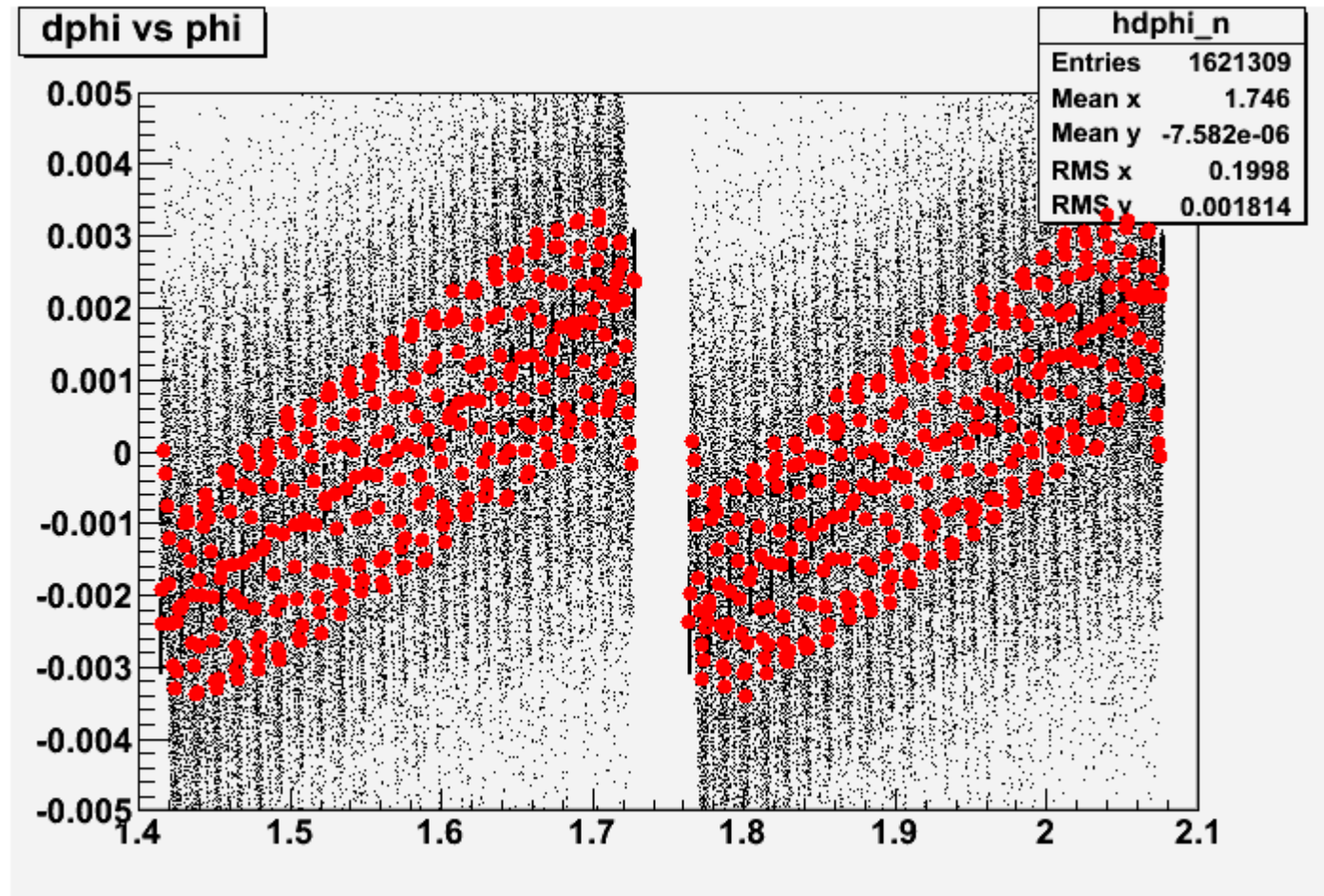


hdz_n	
Entries	1621309
Mean x	0.2899
Mean y	0.002298
RMS x	165.7
RMS y	2.341

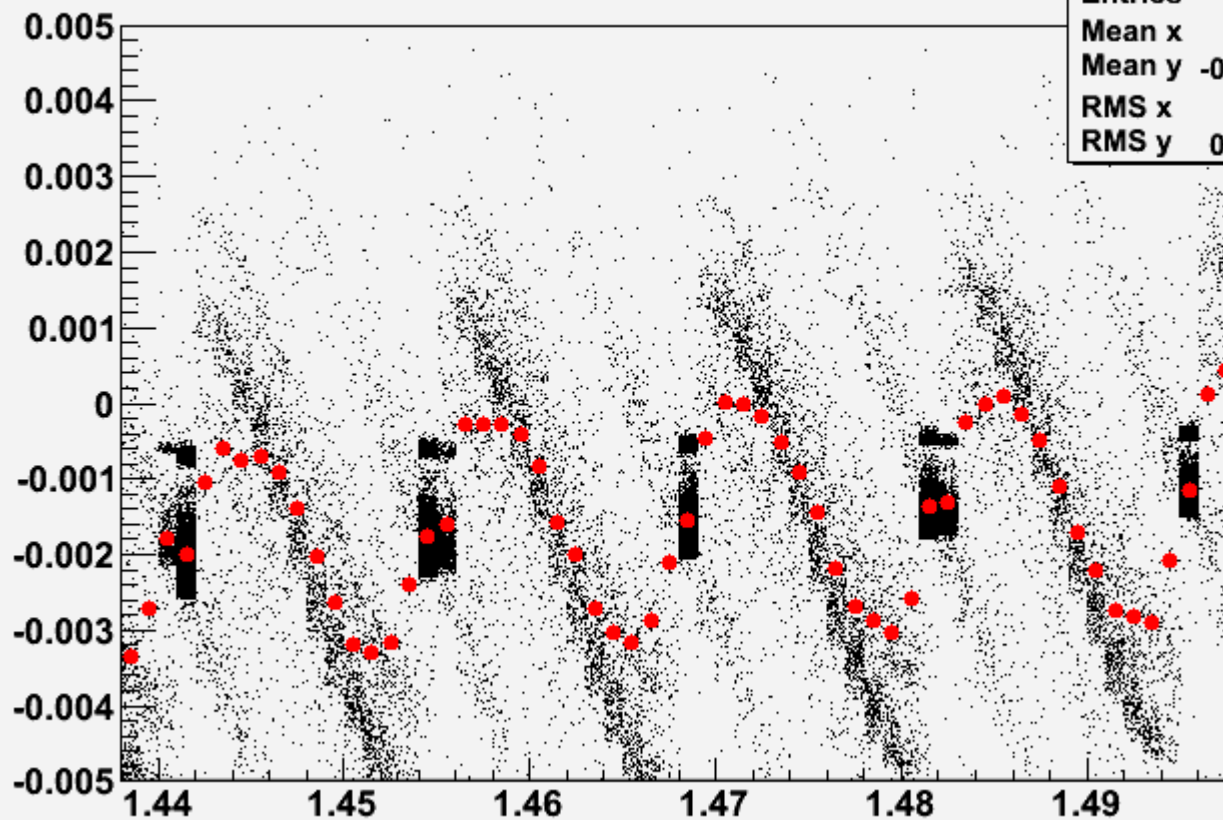
dz vs z



hdz_n	
Entries	1621309
Mean x	86.76
Mean y	-1.201
RMS x	22.13
RMS y	0.6541



dphi vs phi



hdphi_n

Entries	1621309
Mean x	1.469
Mean y	-0.001562
RMS x	0.01843
RMS y	0.001136